Sonderdruck aus der
Monatsschrift für Krebsbekämpfung.
Schriftwalter: Dr. V. E. Mertens, München / Verlag: J. F. Lehmann, München 15
Mai 1939 Heft 5 Preis Viertelj.: M. 3.60

Eingereicht zur Erlangung der Würde
eines Dr.med.habil.
in der
medizinischen Fakultät
der
Universität München.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Die Pendelbestrahlung, ein Fortschritt in der Behandlung inoperabler tiefgelegener Krebse des Verdauungstraktus.

Von **Albert Kohler.**

Aus dem Röntgeninstitut (Vorstand OA. Dr. *Albert Kohler*) der Chirurgischen Universitätsklinik München (Vorstand Prof. Dr. *G. Magnus*).

Die örtliche Behandlung der bösartigen Geschwülste zielt dahin, die Geschwulstzellen zu vernichten, ohne dabei gesundes Gewebe zu schädigen. Die räumliche Anordnung von entarteten und gesunden Zellen folgt keiner Regel. Im Wesen der epithelialen Geschwülste liegt es aber, daß die ersten Veränderungen von den Deckschichten ausgehen und daß die dann einsetzenden reaktiven Vorgänge aus den tieferen Schichten Bindegewebe und Gefäße einwachsen lassen. Bei flächenhaften Krebs geht vom Geschwulstboden die Abwehr aus; er ist in günstigen Fällen als klinisch

wahrnehmbare Geschwulstgrenze zu werten. Dabei muß allerdings die Einschränkung gemacht werden, daß auch außerhalb dieser Zone einzelne Geschwulstnester vorhanden sein können. Gerade bei den bösartigsten Formen fällt die fühlbare Geschwulstgrenze nicht überall mit der tatsächlichen Ausbreitung der Krebszellen zusammen. Die chirurgische Behandlung wird dann erfolglos. Sie ist auch nur da möglich, wo die behandelte Körpergegend sichtbar gemacht und mit Instrumenten erreicht werden kann. Nur für eine einzige örtliche Behandlungsart gilt dies nicht. Durchdringende Strahlung ist imstande, auch an mechanisch nicht erreichbaren Orten anwendbar zu sein, sofern man nur Aufschluß über die Lage der zu behandelnden Gebilde hat. Es besteht dabei der Vorteil, daß die Tumorzelle selbst gegen diese Behandlungsart empfindlicher ist als ihre gesunde Umgebung. Die Schonung und Unterstützung der Abwehrmaßnahmen des Körpers ist daher möglich, und es ist einleuchtend, daß die Strahlenrichtung hierbei maßgebend ist. Ein Schleimhautkrebs der Wange sollte vom Munde aus bestrahlt werden und nicht durch die Haut und durch den Abwehrapparat, den der Körper aufgebaut hat.

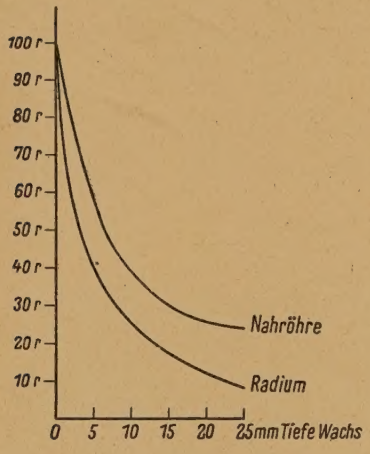

Abb. 1. Dosisverteilung bei der Nahröhre (333 r/min⁰) mit 5 cm FHD, 58 kV, 4 mA und beim Radium (9,9 r/min⁰), 3 Präparate mit je 28 mg, hintereinander in 2 mm Messingröhrchen, 2 mm Distanz.

Da die Strahlenwirkung nach der Tiefe zu sinkt, werden bei rückwärtigem Angriff gesunde Gebiete, obwohl sie weniger empfindlich sind, doch noch stärker geschädigt als kranke Gewebe. Richtung und Kurvenform der verwendeten Strahlenquelle scheint immer ausschlaggebend für den Erfolg einer Behandlung. Bei Radiumfernbestrahlung oder der ihr sehr ähnlichen Röntgennahbestrahlung ist das Strahlengefälle in den oberen Hautschichten sehr stark und nimmt dann langsam nach der Tiefe zu ab (Bild 1). Eine ganz deutliche Schonung des Tumormutterbodens, der allein imstande ist, die Ausheilungsvorgänge zu bewirken, ist nach diesem Kurvenverlauf augenfällig. Die Oberfläche der Geschwulst erhält eine so starke Dosis, daß sie, weil sie außerdem noch strahlenempfindlicher ist, schnell zugrunde geht. Eine elektive Wirkung der Strahlung ist auf diese Weise in hohem Maße gewährleistet. Wir haben bis jetzt angenommen, daß die strahlenempfindlichsten Zellen der Strahlenquelle zugewandt sind und daher auch die größte Schädigung erfahren haben. Übertragen wir diese Verhältnisse auf die Schleimhaut, so müßte man fordern, daß die Strahlung von der Schleimhautseite her einwirkt, ein Vorgang, der bis jetzt im Körperinnern nur durch die Anwendung von Radium möglich war. Hier tritt eine 2. Komponente des Strahlenverlaufs störend in Er-

scheinung. Hat das Radiumpräparat von der Geschwulst nur geringen Abstand, so erreicht man nach dem Quadratgesetz eine zu geringe Tiefenwirkung, die sich nur dadurch ausgleichen läßt, daß man das Präparat sehr lange liegen läßt und sozusagen den Tumor von oben abschmilzt. Es ist dabei aber nicht möglich, die gesunde dünnwandige Umgebung zu schonen, so daß sehr oft gefährliche Nekrosen den Erfolg der Behandlung hinfällig machen. Der Unterschied der höheren Strahlenempfindlichkeit der Tumorzellen im Vergleich zum gesunden Gewebe ist nicht genügend groß, um dieses Vorgehen zu erlauben. Die alleinige Anwendung der Radiumstrahlen wurde deswegen bei tiefliegenden Geschwülsten des Magen-Darm-Traktus bald wieder aufgegeben, während sie sich bei den günstigeren Verhältnissen, wie sie die Gynäkologie bietet, zu schönen erfolgreichen Methoden weiterentwickelt hat.

Der Weg zur günstigeren Gestaltung der Radiumbestrahlungskurve geht nur über die Vergrößerung des Abstandes zwischen dem Strahlungsausgangspunkt und dem Tumor unter gleichzeitiger Abdeckung des gesunden übrigen Gewebes. Die Möglichkeit hierzu ist aber selten gegeben. Es wurde daher der Vorschlag gemacht, diese Geschwülste freizulegen und durch Vorverlagerung der täglichen Strahlenbehandlung zugängig zu machen. Schöne Erfolge erzielte auf diesem Wege *Chaoul* unter Benützung seiner Kontaktbestrahlung. Aber auch die Vereinigung der chirurgischen Vorbereitung des Geschwulstherdes zur Strahlenbehandlung und nachträglichen operativen Wiedergutmachung ist nur bei wenigen Körpergebieten anwendbar. Die meisten Geschwülste der drei großen Körperhöhlen muß man von außen her durch die gesunde Oberfläche mit der nötigen Strahlenmenge erreichen. So entstand die Vielfeldermethode und die Technik des Kreuzfeuers. Die Erfolge waren bei wenig strahlenempfindlichen Geschwülsten nicht befriedigend. Der schon oben aufgezeigte Weg, mit einer relativ schnell abfallenden Strahlenkurve nur am Ort des Krankheitsgeschehens starke Wirkungen unter Schonung der Umgebung und unter Einhaltung einer bestimmten Strahlenrichtung zu erzielen, konnte auf diese Weise nicht gegangen werden. Am nächsten kam ihm wohl die Kreuzfeuermethode mit vielen kleineren Einfallsfeldern. Dabei bestand aber bisher die große Schwierigkeit, die Feldgrenzen so gegeneinander zu sichern, daß Strahlenüberschneidungen in geringer Tiefe oder Doppelbelichtungen an der Oberfläche vermieden wurden. Dieser Überlegung folgte schon bald, aus dem Wunsche eine wirksame Tiefentherapie zu betreiben, der Gedanke, die Röntgenröhre um den Krankheitspunkt zu bewegen.

In damaliger Zeit gab es aber noch keine Strahlung mit größerer Tiefenwirkung, da die hohen Spannungen, die zwar schon erzeugt wurden, meistens nicht in der Röhre, sondern im Röntgenraum zum Ausgleich kamen. Der Erfindungsgedanke war wohl vorhanden und kam auch durch Arbeiten und die Erwerbung einer Reihe von Schutzrechten zum Ausdruck (1913 *Ernst Pohl*, 1925 *Carlo Baese*, 1922 *Veifa-Werke* u. a.). Der Stand der damaligen Strahlentechnik war aber noch nicht so weit gediehen, daß praktische Erfolge erreichbar waren. Erst einer viel späteren Zeit nach der tatsächlichen Verwendbarkeit hoher Spannungen und Erzielung von Strahlen- und Berührungssicherheit der Röhren blieb

es vorbehalten, diese Gedankengänge weiter zu verfolgen. *Henschke* hat hierüber in letzter Zeit öfters berichtet und auch einen eigenen Vorschlag gemacht.

Dabei hat es sich tatsächlich gezeigt, daß es möglich ist, in beliebiger Körpertiefe Strahlen in genügender Menge zur Wirkung gelangen zu lassen, ohne daß dabei die Oberfläche des Körpers zu stark belastet wird. Es ist für jedermann verständlich, daß bei einem sehr schmalen Hautfeld, das sich relativ schnell über die Oberfläche bewegt, verhältnismäßig geringe Strahlenmengen an ihr zur Einwirkung gelangen. Trotzdem wird dabei die Geschwulst, die im Drehpunkt des Systems liegen soll, ständig bestrahlt. Das Optimum an Wirkung erzielt man natürlich am Herde dann, wenn die Strahlenquelle einen vollen Kreis um die Achse beschreibt. Durchläuft sie jedoch nur einen Teil dieses Weges, so wird das Verhältnis der Herddosis zur Oberflächendosis geringer, theoretisch kann man diesen Weg so kurz wählen, daß die notwendige Geschwulstvernichtungsdosis nicht über die Toleranzdosis der Haut steigt.

Eine weitere Tatsache beeinflußt ebenfalls das Verhältnis der Oberflächen- zur Herddosis. Die Notwendigkeit, oft große Krankheitsherde zu bestrahlen, führt häufig auch dazu große Oberflächenfelder zu verwenden. Das wandernde Oberflächenfeld bleibt dabei natürlich relativ länger über demselben Punkte der Haut und hierdurch wird die bedeckende Schicht auch stärker belastet. Dazu kommt noch daß das Feld praktisch nicht eine Zylinderoberfläche der Tumorachse gegenüber beschreibt, weil die Geschwülste nicht immer entsprechend gelagert sind, sondern daß oft auch die Oberfläche eine bestimmte Neigung zum Zentralstrahl einnehmen wird. Es entstehen so Schrägbelichtungen, also tangentiale Zusatzdosen für die Haut. Man kann nun einwenden, daß durch Annäherung des Strahlenausgangspunktes an die Oberfläche das Hautfeld kleiner gemacht werden kann. Das ist so zu verstehen, daß man den Strahlenkegel, dessen Spitze in der Röhrenanode und dessen Basis der Querschnitt der Geschwulst ist, niedriger macht, so daß die Haut sich der Spitze des Kegels nähert. Diese Annäherung bewirkt ein Steigen der Hautbelastung nach dem Quadratgesetz und ebenso ein Schlechterwerden der prozentualen Tiefendosis. Um am Herd dieselbe Wirkung zu erzielen, muß die Hauptbelastung wesentlich steigen; das Einfallsfeld wird aber kleiner. Jeder einzelne Punkt desselben erhält daher während der Pendelbewegung eine kürzere Belichtungsdauer.

Aus all dem ergibt sich, daß es zwar ziemlich schwierig ist, die optimalen Bedingungen für jeden einzelnen Bestrahlungsfall zu finden, daß wir aber andererseits eine Reihe von Mitteln besitzen, das Verhältnis der Oberflächen- zur Herddosis nach Belieben zu gestalten und hierdurch imstande sind, genau wie bei der Behandlung oberflächlicher Krebse jetzt auch bestimmte Strahlenmengen an jedem Punkt des Körperinnern zur Wirkung gelangen zu lassen. Da wir aber nun, wie schon oben erwähnt, die Geschwülste meistens nicht allseitig bestrahlen, erreichen wir auch eine bestimmbare Verteilung der Strahlendosis, d. h. eine bestimmte Abstufung der Strahlenwirkung am Herd, wobei es in ideal gelegenen Fällen sogar möglich ist, die Strahlenwirkung am Tumor nach Menge, Kurvenform und Richtung zu bestimmen.

Die Aufgabe, eine Strahlenquelle in irgendeiner beliebigen Form um einen Krankheitsherd zu bewegen, läßt sich in vielfacher Weise lösen. Fast alle Möglichkeiten hat schon *Ernst Pohl* im Jahre 1913 schematisch

wiedergegeben. Ob man nun das Rohr über den Kranken, oder unter dem Kranken bewegt, ob man die Röntgenröhre feststehen läßt und den Kranken dreht, ist letzten Endes gleichgültig. Zu fordern ist, daß der Krankheitsherd immer wieder mit absoluter Sicherheit getroffen wird, so daß er während der einzelnen Bestrahlungen und auch bei den Behandlungen der späteren Tage immer wieder unverschiebbar zum Drehpunkt des Strahlensystems festgelegt ist. Eine ganze Reihe von konstruktiven Möglichkeiten schließt sich durch diese Forderung schon von selbst aus.

Auch ich mußte eine Reihe früherer Konstruktionen deswegen wieder fallen lassen. Für Laboratoriumszwecke und Messungen am Phantom ist die Verwendung eines Drehgestelles mit verschiebbarer Objektplatte (*Dessauer*) am einfachsten. Für lebende Objekte eignete sie sich deswegen nicht, weil es kaum gelingt, einen menschlichen Körper in sitzender Stellung so zu fixieren, daß der Drehpunkt sich nicht verschieben kann, sowohl quer wie auch längs zur Drehachse. Immer wieder mußte man feststellen, daß die Körper in sich zusammensinken und dabei sich zu gleicher Zeit aus der Mittellinie wegschieben. Die stehenden Drehachsen bei Bestrahlung senkrecht zu derselben sind also nur mit großen Einschränkungen benützbar. Bei Drehung des Körpers um die horizontale Achse treten große Verschiebungen der inneren Organe ein. Dieses Vorgehen hat sich als ganz unbrauchbar erwiesen. Die Verfahren, den Körper selbst zu drehen, sind nur bei langsamen Bewegungen möglich; schnellere Abläufe rufen beim Kranken unangenehme Empfindungen hervor und sind, wie mir von anderer Seite mitgeteilt wurde, auch deswegen teilweise wieder aufgegeben worden. Nur eine Anwendungsmöglichkeit scheint gangbar. *Henschke* berichtet über sie. Er läßt den liegenden Körper um eine senkrechte Achse drehen und stellt die Strahlenquelle zu dieser Achse schräg, unter einem ihm geeignet erscheinenden Winkel. An der Oberfläche des Körpers entsteht dann ein ringförmiges Einfallsfeld, während der Herd an der Spitze eines Kegels gelagert ist. Schwierigkeiten macht hierbei die Notwendigkeit, den Neigungswinkel der Röhre ziemlich groß zu wählen, weil man sonst sehr nahe unter der Oberfläche schon hohe Strahlenmengen erhält. Die Körperoberfläche für diese Bestrahlungsmethode müßte im Idealfall kugelig

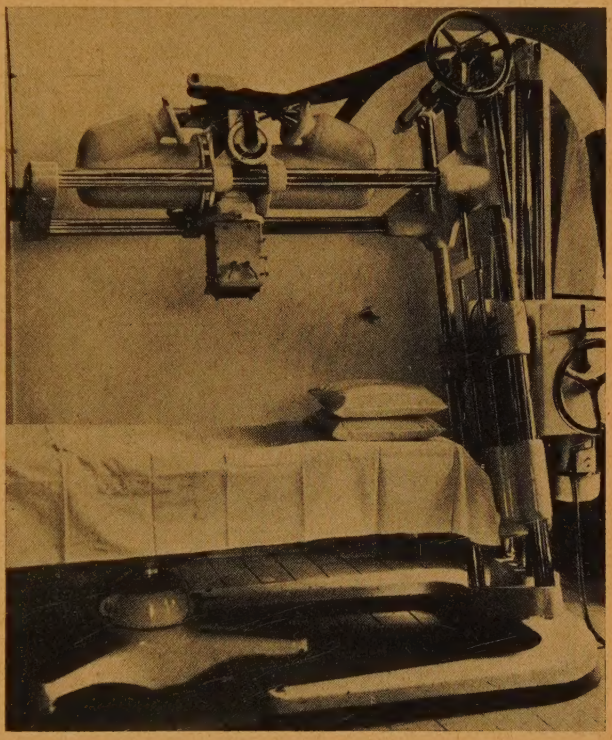

Abb. 2. Pendelgerät nach Kohler, hergestellt in der Werkstätte des Röntgeninstituts, Der Röhrenrahmen ist um die Pendelachse leicht nach der Seite geneigt.

sein. Dies ist jedoch selten der Fall. Bei der Bestrahlung eines Tumors im Leibe von vorne hat man sogar mit planen oder konvexen Flächen zu rechnen. Hierdurch entsteht in den Randzonen des Hauptfeldes eine sehr starke Überlastung. Die Feldform ist für einzelne Anwendungen der Drehbestrahlungsmethode gut brauchbar, allgemein dürfte es wohl besser sein, die Drehachse des Strahlensystems senkrecht zum Röntgenstrahl zu legen.

Die von mir angewandte Anordnung (Bild 2) sieht die Lagerung des Kranken auf einem *Hahn*schen Operationstisch mit seinen verschiedenen Verstellmöglichkeiten vor. Der Kranke wird fest gelagert und so abgestützt, daß er sich nicht verschieben kann. Die Röntgenröhre ist an einem stehenden Stativ so befestigt, daß sie um eine horizontale Dreh-

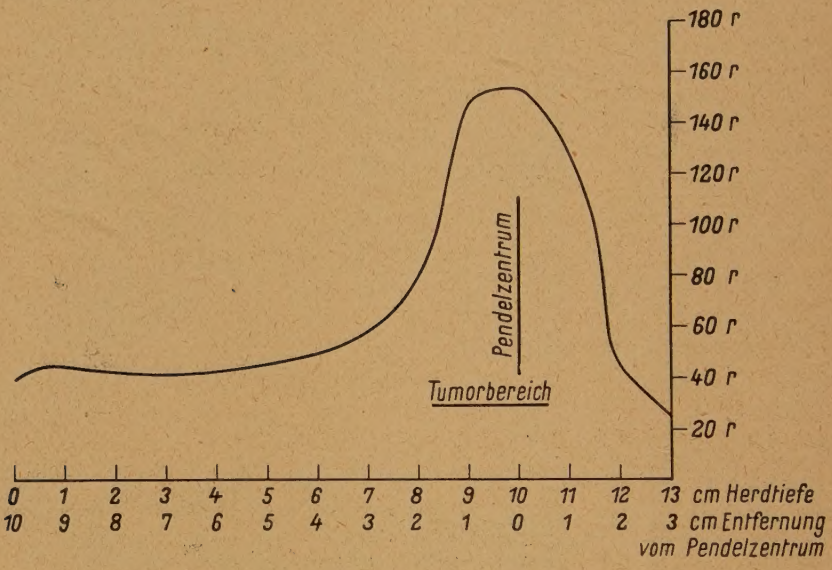

Abb. 3. Dosisverteilung bei der Pendeltherapie für die Mitte des Pendelbereiches. 1,25 mm Cu HWS, 30 r/min in 50 cm FKD frei Luft, FHD 60 cm, Bestrahlungszeit 180° in 27 Minuten, Feldbreite in der Pendelrichtung 2 cm, Feldgröße 25 cm² Herdtiefe 10 cm. Errechnung in Anlehnung an Du Mesnil de Rochemont.

achse geschwenkt werden kann. Der dabei erzielbare Röhrenweg beträgt ungefähr 220° und genügt nach meiner bisherigen Erfahrung vollauf. Die Drehachse ist höhenverstellbar, ebenso der Abstand zwischen ihr und der Röntgenröhre. Die Röhrenschutzhaube ist auf 2 horizontalen Rohrträgern verschiebbar und läßt sich sowohl um ihre Längs- wie auch um ihre Querachse neigen. Die Bewegung des Strahlensystems geschieht mit Hilfe eines Elektromotors, die Bewegungsgeschwindigkeit ist veränderlich in den Grenzen von 10—50 Minuten für 180°. Die Bewegungen zur Kontrolle des Feldes und zu ähnlichen Zwecken lassen sich mit einem Handrad sehr schnell und leicht ausführen. Der durchlaufene Pendelwinkel läßt sich an Skalen genau ablesen, ebenso die Neigung der Röhre und die Höhenverstellung der Drehachse selbst und des Drehachsenröhrenabstandes.

Die größte Schwierigkeit besteht nun darin, den Krankheitsherd genau einzustellen. Um dies zu erreichen, werden vor Beginn der Behand-

lung Fernaufnahmen angefertigt, die nach Möglichkeit natürliche Größenverhältnisse aufweisen.

Es ist selbstverständlich, daß diese Messungsbilder erst dann gemacht werden, wenn man den Krankheitsfall genau kennt und schon weiß, wie die Lagerung erfolgen muß. In der vorher bestimmten Stellung des Kranken werden dann Aufnahmen in zwei Ebenen angefertigt unter vorheriger Anlegung von leicht erkennbaren Meßmarken. Die so entstandenen Lagepläne erlauben die Ermittlung der günstigen Neigung der Pendelachse im Tumor und auch die der Größe und Form des Feldes. Der mit der Wirkungsdosis versehene Raum hätte bei einem Drehungswinkel von 360° und rechtwinkliger Form die Gestalt einer Walze. Bei kleinerem Winkel fällt ein Teil der röhrenfernen Walzenhälfte aus. Der vordere Begrenzungsmantel der Walze erhält die höchste Strahlenmenge, wie dies aus der schematischen Kurve Bild 3 ableitbar ist. Je dicker die Walze, d. h. je breiter der Felddurchmesser und also auch der Radius der Walze, um so flacher wird die Kurve am äußeren Mantel des bestrahlten Raumes. Die verschiedenen Kurvenformen hier abzuleiten, würde zu weit führen; ich habe diese Dinge nur erwähnt, um zu zeigen, wie groß die Schwierigkeiten für eine kunstgerechte Behandlung sind.

Die Einstellung des Krankheitsherdes erfolgt nun nach diesen Vorbereitungen in der Weise, daß man mit Hilfe einiger optischer Systeme die Höhe der Drehachse auf die Seitenteile des Körpers projiziert. Eine direkte Abmessung mit dem Meterstab ergibt Schwierigkeiten und führt leicht zu Fehlern. Bei den ersten Pendelversuchen sah ich mich sogar genötigt, die Achsenhöhe mit einem Nivellierinstrument festzulegen. Eine zweite optische Vorrichtung gestattet die Form des gewünschten Bestrahlungsfeldes auf die Haut zu projizieren und ergibt durch Drehen des ganzen Bestrahlungssystems in die verschiedenen Winkellagen eine sehr gute Sicht über das durch das Pendeln entstehende strahlenwirksame Gebilde. Eine Reihe von Tabellen und Kurven, die wir errechnet und auch gemessen haben, dient dazu, in einfacher Weise die Herddosis und auch die Oberflächendosis bei einer bestimmten Feldgröße, einer festgelegten Herdtiefe und einem bestimmten Fokushautabstand, festzustellen. Genau wie bei einer anderen Bestrahlung läßt sich durch die Regulierung der MA-Zahl, aber auch durch die Veränderung der Geschwindigkeit in der Röhrenbewegung die Strahlenmenge in weiten Grenzen verändern. Bei großen Herdtiefen (z. B. 18 cm) war es notwendig, um die gewünschte tägliche Dosis zu erreichen, den Krankheitsherd zweimal zu pendeln.

Die Lage des eingestellten Feldes und der Herdtiefe wird bei der ersten Bestrahlung vom Arzt mit unabwischbarer Farbe auf die Haut aufgezeichnet. Wenn man dazu die Daten der Tischneigung kennt, lassen sich die Einstellungen bei der täglichen Weiterbestrahlung mit genügender Sicherheit wiederholen. Die angewendete Spannung beträgt 190 KV, die MA-Zahl 15, bei Bedarf wird sie aber auch verringert; die Filterung 0,75 mm Cu und 0,5 mm Al, der Fokushautabstand wurde im allgemeinen auf 60 cm festgelegt. Diese Größe ergab sich aus rein praktischen Gründen — Übersichtlichkeit der Anordnung, Größe der verwendeten Strahlentuben usw. —. Der Pendelwinkel schwankt im allgemeinen zwischen 160 und 110°, die Geschwindigkeit für eine Drehung um 180° beträgt im Durchschnitt etwa 27 Minuten.

Das *Krankengut*, bei dem ich die Pendelbestrahlung angewandt habe,

muß als besonders ungünstig bezeichnet werden. Nur viermal war das Allgemeinbefinden noch leidlich. Das Körpergewicht fast aller Kranken war sehr reduziert, z. T. bestand schon Kachexie. Wir haben, um die Methode zu erproben, beinahe wahllos alle Fälle angenommen, die sich nach ihrer Lage zur Pendelbestrahlung eigneten. Kein einziger Krebs war operabel. Einige, bei denen Zweifel vorhanden waren, stellten sich beim Versuch der Operation als dafür untauglich heraus. Histologische Befunde sind kaum vorhanden, weil die Geschwülste alle so groß und eindeutig waren, daß an der Krebsdiagnose nicht gezweifelt worden konnte und der Versuch, die Histologie dieser Tumoren zu klären, beim schweren Allgemeinzustand der Kranken wohl unmöglich war. Bei einigen weniger großen Speiseröhrenkrebsen sind zur Sicherung der Diagnose auf endoskopischem Wege Ausschneidungen vorgenommen werden. Ungeeignet für die Pendelbestrahlung sind Geschwülste, die noch so verschieblich sind, daß man ihren Ort nicht mit Sicherheit feststellen kann, ebenso auch zu oberflächlich gelegene große Geschwülste, weil hierbei eine gleichmäßige Strahlenverteilung zu schwierig ist. Beim Nachweis mehrfacher Metastasen ist natürlich die Anwendung auch dieser Methode zwecklos; wohl wurden aber Palliativbehandlungen einzelner besonders störender Metastasen von z. Z. symptomlosen, anderweitig behandelten Primärtumoren ausgeführt. Bei einer Reihe von Kranken mußte die Behandlung vor Erreichung einer wirksamen Strahlenmenge wegen zu schlechten Allgemeinbefindens abgebrochen werden. Sie scheiden aus unserer Betrachtung aus, ebenso die erst in den letzten sechs Monaten Entlassenen.

Die Bestrahlungen wurden nach Möglichkeit jeden Tag vorgenommen, die Zahl der Einzelsitzungen schwankte zwischen 16 und etwa 30. In dieser Zeit konnten am Krankheitsherd im Durchschnitt 4500 r zur Wirkung gebracht werden. Höhere Strahlenmengen sind in dieser Serie nicht verwendet worden. Die Hautbelastung hat bei kleinem Pendelwinkel und großer Tiefe nie mehr als eine leichte Hautreaktion erzeugt. Im allgemeinen betrug sie 60—80% der Herddosis. Nur bei Bestrahlung von Hirntumoren war sie etwas größer. Bei weiterem Fortschreiten der Technik und Nutzanwendung der bis jetzt gemachten Erfahrungen glaube ich aber sicher, daß man auch in diesem Punkt noch sehr viel günstigere Resultate erzielen kann.

Nach verschiedenen Statistiken sind ungefähr 50—70% aller in Behandlung kommenden Magenkrebse inoperabel. Die Heilungsaussichten für diese Kranken sind sehr gering. Die einzige Therapie ist die Bestrahlung. Auch hier ist nur mit einem Dauererfolg zu rechnen, wo jede Metastasierung fehlt. Nach Angaben im Schrifttum dürfte das kaum $^1/_7$ der Fälle sein. Drüsen in nächster Umgebung des Magens sind vielleicht noch beeinflußbar. Die Überlebensdauer der nur bestrahlten Krebse des Magens beträgt nach *Schinz* und *Zuppinger* 5,8 Monate, abgesehen von zwei aus dem Rahmen der Beobachtung fallenden, die über 7 Jahre gelebt haben. Auch ich verfüge über einzelne solche Ausnahmefälle, von denen der älteste jetzt 18 Jahre symptomfrei ist. Die Diagnose war durch Probelaparatomie gestellt, aber nicht histologisch erhärtet.

Abb. 4.

Abb. 4. 55j. Mann, Magenkrebs vor der Bestrahlung.

Abb. 5.

Abb. 5. 3 Monate nach Pendelbestrahlung mit 4460 r Herddosis, Gewichtszunahme seit Behandlungsbeginn 7 kg, arbeitsfähig.

Bei unseren Magenfällen waren immer ausgedehnte Tumoren zu sehen, die fast die ganze Zirkumferenz des Magens umfaßten und die röhrenförmige Gebilde mit Sturzentleerung darstellten. Stenosierende Krebse kamen bis jetzt nicht zur Bestrahlung. Sie scheinen früher, in vielleicht noch operablem Zustande, zum Arzt zu kommen oder scheiden sehr schnell von jeglicher Behandlung aus.

Die Pendelbestrahlung des Magens wird allgemein sehr gut vertragen; bei manchen Kranken stellte sich sogar nach einiger Zeit ein fast unstillbares Hungergefühl ein. Während der Bestrahlung waren bei etwa $^1/_3$ der Fälle Gewichtszunahmen zu verzeichnen, die meisten Kranken haben aber abgenommen. Diese Reduktion des Körpergewichts während der Behandlung ist prognostisch jedoch nicht verwertbar. Nach 3500 r örtlicher Strahlenmenge beginnen die Kranken über Katererscheinungen zu klagen und verhalten sich dabei auch nicht anders als die mit den früheren Mehrfeldermethoden Behandelten. Als Bestrahlungserfolg kann man im Röntgenbild die Entfaltung des Magens feststellen und das Wiedereintreten von peristaltischen Wellen in Gegenden, die früher unbeweglich waren. Ich glaube, daß es sich dabei z. T. um reaktiv stillgestellte Magenteile, sei es entzündlicher oder nervöser Art, gehandelt hat, oder daß in diesen Gebieten nur die Schleimhaut erkrankt war. Auf jeden Fall sieht man Magenteile, die auch nach der Behandlung starr bleiben, jedoch glatte Oberfläche aufweisen. Einen solchen Fall habe ich im Zentralblatt für Chirurgie 1938, Heft 43 beschrieben. Ein ähnliches Bild füge ich hier bei (Bild Nr. 4 u. 5). Bei einer Anzahl von Kranken bessert sich das Allgemeinbefinden ganz auffällig. Schnell treten auch starke Gewichtszunahmen ein. 12—13 kg sind dabei des öfteren beobachtet werden. Bei 3 Kranken ist die Behandlung seit über 6 Monaten abgeschlossen. Bei einem 75j. Mann, der an einem ausgedehnten röhrenförmigen Magenkörperkrebs mit hochgradiger sekundärer Anämie und starken arteriosklerotischen Störungen litt, wurde das Leben um ein Jahr verlängert. Dabei erzielte ich in den ersten Monaten nach der Behandlung eine fast völlige örtliche Symptomlosigkeit und weitgehende Besserung des Allgemeinbefindens, jedoch ohne Gewichtszunahme. Später konnte ein Weiterwachsen des Krebses außerhalb der bestrahlten Zone festgestellt werden. Die beiden anderen Kranken sind am Leben und befinden sich in sehr gutem Zustand (Bild 4 und 5). Bei dem einen ist seit Beginn der Behandlung eine Zeit von 17 Monaten verflossen, bei dem anderen 9 Monate; dieser hat jedoch eine schon 1½ Jahre dauernde Vorgeschichte. Alle Magenbestrahlten nach Berichtszeit leben. Im allgemeinen ist bei der Bestrahlung der Magenkrebse ein Pendelwinkel von ungefähr 140° zur Anwendung gekommen, der r-Minutenzufluß betrug ungefähr 5 r. Die tägliche Strahlenmenge schwankte zwischen 135 und 160 r am Herd. Das Feld war im Durchschnitt 80—120 cm^2 groß.

Der Speiseröhrenkrebs bietet der Strahlenbehandlung auf der einen Seite besonders große Schwierigkeiten, weil er in seinen zwei unteren Dritteln von der Hautoberfläche sehr großen Abstand aufweist; auf der anderen Seite jedoch besteht die Möglichkeit, ihm mit Radium allein oder

auch mit Röntgenstrahlen kombiniert entgegenzutreten. Die günstigsten Erfolge werden berichtet bei der Kombination von Röntgenstrahlen mit Radium; die Überlebensdauer einer Reihe im Schrifttum zusammengestellter Fälle betrug im Durchschnitt 5,5 Monate, nur 1,5% aller Kranken erlebten mehr als ein Jahr. Diese Zahlen stammen aus einer Zusammenfassung von 5 Statistiken mit zusammen 773 Fällen. Es entsteht nun die Frage, ob die Strahlentherapie den Kranken wesentliche Vorteile bietet. Dies ist besonders deswegen wichtig, weil die Lebensdauer der unbehandelten Kranken 6—8 Monate (*Rudert*) betragen soll. Erklärlich ist diese Tatsache durch die Mitteilung von *Watson*, daß nur wenig mehr als die Hälfte der Speiseröhrenkrebse zur Metastasenbildung neigt. Die Frage, ob man vor der Behandlung eine Magenfistel anlegen soll, bejahe ich nur dann, wenn starke Stenosenerscheinungen vorhanden sind. Auf diesem Standpunkt steht auch die Züricher Schule. Die Operations-Mortalität der Magenfisteln wird bei einzelnen Autoren bis zu 30% angegeben; wird sie aber während der Bestrahlung als sekundäre Gastrostomie dringend notwendig, so stirbt hierbei fast die Hälfte der Kranken. Auf der anderen Seite ist sehr oft die Beobachtung zu machen, daß schon nach wenigen Bestrahlungen die Speiseröhrendurchgängigkeit wieder frei wird, und daß dann trotz vorhergehender Gastrostomie die normalen Speisewege benützt werden. Die Pendelbestrahlung des Speiseröhrenkrebses stellte mich vor schwierige Aufgaben. Im oberen Teil ist die geringe Tiefe der Geschwulst meist störend, im unteren das Gegenteil, die oft sehr große Entfernung der Oberfläche bis zum Krebs. Bei einem Kranken mit Kyphose bestand eine allseitige Herdtiefe von 17 cm. Die bei den ersten Serien angewandte Technik der einseitigen Bestrahlung mit 120 bis 180° Pendelwinkel wird in Zukunft von mir verlassen und versucht, eine höhere tägliche Tiefendosis mit größerem Pendelwinkel zu erreichen. Die Reaktion der Kranken auf die ersten Bestrahlungen ist wie beim Magenkrebs im allgemeinen nicht sehr stark und wird besser vertragen als die frühere Bestrahlungsart. Wie schon erwähnt, werden die Stenosen bald weiter, gegen Ende der Bestrahlung zu tritt eine entzündliche Veränderung des Lumens ein, die den Kranken z. T. erhebliche Beschwerden macht und bei kardianahen Krebsen auch starke Schmerzen mit Spasmen auslöst. Von den für die Statistik verwendbaren Kranken, die eine Dosis von mindestens 4300 r am Herd erhalten haben und deren Behandlung über 6 Monate zurückliegt, kann ich über 6 Fälle berichten. Einer davon hatte einen Krebs im obersten Drittel mit Perforation in den Kehlkopf. Der zweite litt an einer sehr ausgedehnten zirkulären Geschwulst des ganzen mittleren Ösophagusbereichs mit vergrößerten Drüsen am Hilus, die wir bei der Bestrahlung mitzutreffen hofften. Beide haben schlecht reagiert und sind in ihrem Allgemeinzustand zurückgegangen. Sie erreichten nur eine Nachbehandlungslebensdauer von 4 Monaten. Zwei weitere Fälle des obersten Drittels reagierten wohl am Anfang bis zum 4. Monat gut und erreichten den 8. und 9. Monat nach Behandlungsbeginn. Bei einem bestand ein Divertikel, dessen Eingang krebsig verändert war. Bei beiden waren Fisteln angelegt. Zwei Kranke leben; der

eine ist nach 10 Monaten noch arbeitsfähig und in gutem Allgemeinzustand (Bild 6 u. 7), der andere ist im 8. Monat und wurde vor einiger Zeit noch einmal nachbestrahlt. Bei einem Kranken, der an einem kardianahen Ösophagus-Krebs litt und der in dieser Aufstellung nicht enthalten ist, weil er nur mit 2700 r Herddosis behandelt werden konnte, mußte eine sekundäre Witzelfistel angelegt werden. Er starb, ohne daß man die Bestrahlung wieder hätte aufnehmen können, 4 Wochen darnach. Eine andere Kranke war früher von 2 Feldern aus mit 4650 r Herddosis protrahiert-fraktioniert bestrahlt worden. Elf Monate darnach traten er-

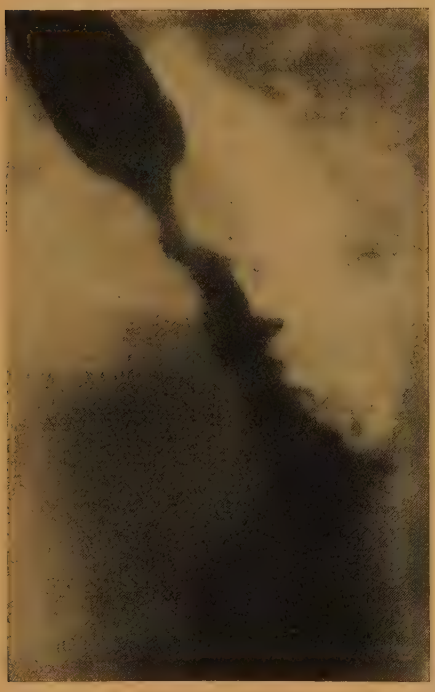

Abb. 6. 49j. Mann, Speiseröhrenkrebs vor der Bestrahlung.

Abb. 7. 4 Monate nach Pendelbestrahlung mit 4420r Herddosis, Gewichtszunahme 1,7 kg, arbeitsfähig.

neute Beschwerden ein, so daß sie dann noch einmal einer Pendelbestrahlung von 3560 r am Herd unterzogen wurde. Diese kombinierte Behandlung hat ihr Leben um 10 weitere Monate verlängert, so daß sie von Bemerkung der ersten Symptome ab 2¾ Jahre gelebt hat. Von den in den letzten 6 Monaten behandelten Kranken ist bisher einer gestorben. Diese Zusammenstellung zeigt, daß auch beim Ösophaguskrebs Aussichten bestehen, wenigstens die ohne Behandlung angegebene Überlebensdauer wesentlich zu überschreiten (Bild 8 u. 9).

Der Rektumkrebs macht in seinen Anfangsstadien wenig Erscheinungen und kommt deswegen relativ spät in Behandlung. Die meisten für den Rektumkrebs diagnostisch benützbaren Symptome bedingen

schon einen relativ großen, z. T. stenosierenden, z. T. ulzerierten Tumor. Die Lagerung des Enddarmes im lockeren Bindegewebe und das Fehlen größerer Mengen von Lymphgefäßen bedingen aber trotzdem eine relativ günstige Prognose für die Therapie. 75% der Mastdarmkrebse werden von *Kattell* als metastasenfrei bezeichnet, hievon 80% als operabel. Dagegen war es auffällig, daß 40% der jüngeren Kranken unter 60 Jahren inoperabel waren. Es ist auch verständlich, daß die dem Darm-

Abb. 8. 60j. Mann, Speiseröhrenkrebs vor der Bestrahlung.

Abb. 9. 2 Monate nach Pendelbestrahlung mit 4600 r Herddosis, 1 kg Gewichtszunahme, arbeitsfähig.

ausgang näher liegenden Krebse früher erkannt und auch häufiger operabel sind. Daß sich das Schicksal all der vielen nicht chirurgisch behandelbaren Kranken innerhalb kurzer Zeit erfüllt, hat besonders *Kirschner* hervorgehoben. Die Erfolge der Strahlenbehandlung bei inoperablem Mastdarmkrebs sind auffallend schlecht. Wohl lassen sich manche Kranke längere Zeit am Leben erhalten, aber der Durchschnitt erreicht im allgemeinen noch nicht den 10. Monat. Die Anlegung eines anus praeter naturalis scheint die Lebensdauer um vielleicht 10% zu verlängern. Für die Anwendung der Strahlen ist es natürlich rein technisch günstiger, eine künstliche Darmöffnung anlegen zu lassen. Es hat auch deswegen Vorteile, weil bei Erfolg der Strahlenbehandlung sehr oft narbige Stenosen

entstehen, die dann sekundär diese Palliativoperation erfordern. Die Bestrahlungsresultate mit der Kontaktbestrahlungsmethode nach *Chaoul* haben die Hoffnung, erreichbare Krebse des Darmes heilen zu können, wesentlich gesteigert. (Auch ich verfüge über einen Fall von nach Spaltung des Darmes vorgelagertem und kontaktbestrahltem Mastdarmkrebs. Er ist seit etwa 2 Jahren symptomfrei.) Die Anwendung ähnlich wirkender Techniken (Pendelbestrahlung) an nicht zugängigen Stellen läßt für die Strahlenanwendung noch große Fortschritte erhoffen.

Ich kann aus der Berichtszeit nur 3 fertig bestrahlte Fälle anführen. Leider ist einer davon im Alter von 79 Jahren an interkur-

Abb. 10. 45j. Mann, Rektumkrebs vor der Bestrahlung.

Abb. 11. 8 Monate nach Pendelbestrahlung mit 4200 r Herddosis, 13 kg Gewichtszunahme, dienstfähig.

renter Erkrankung nach 6 Monaten gestorben, während die anderen leben. Der eine hatte einen stenosierenden Krebs, der zum völligen Darmverschluß geführt hatte, der aber wegen der vorhergegangenen Palliativoperation keinen Schaden verursachte. Der andere Kranke ist seit Behandlungsbeginn ein Jahr in Beobachtung und symptomfrei und ohne Berufsstörung. Er war mir als inoperabler Krebs nach Anlegung eines anus praeter zugewiesen worden. Die Behandlung erfolgte mit 3200 r als Pendelbestrahlung vom Rücken und 1000 r Herddosis von einem gewöhnlichen Bauchfeld aus. Der Kranke nahm darauf 13 kg an Gewicht zu und wurde vollständig dienstfähig (Bild 10 u. 11). Von den in den letzten 6 Monaten behandelten leben alle.

Die bisherigen Erfahrungen mit der Pendelbehandlung tiefgelegener Geschwülste sind günstig und geben zur Beachtung verschiedener Dinge Anlaß.

So ist es mit allen Mitteln zu erstreben, die Untersuchungstechnik weiter zu verfeinern. Röntgenologisch muß die obere und die untere Grenze der Geschwulst genau dargestellt werden, wenn möglich in natürlicher Größe.

Die Endoskopie ist bei der Speiseröhre und beim Mastdarm nicht zu entbehren; auch bei den Magenerkrankungen ist sie sehr erwünscht.

Außer Lungenmetastasen muß man auch solche der Leber ausschließen lernen.

Große Sorgfalt ist auf die Allgemeinbehandlung zu verwenden, weil man den örtlichen krebsigen Krankheitsherd nur als Folgeerscheinung einer Allgemeinerkrankung auffassen muß, die man unbedingt zu bessern hat, wenn man einen örtlichen Heilerfolg erzielen will.

Bei den Krebsen des Verdauungstraktus spielt die Ernährung eine sehr große Rolle. Gerade bei Kranken, die nicht in ihrer Familie leben, aber ambulant behandelt werden können, entstehen große Schwierigkeiten. Sie müßten die sorgfältig und zweckentsprechend zubereiteten Speisen von einer eigenen klinischen Abteilung erhalten können und nicht auf die Verpflegung in öffentlichen Gaststätten angewiesen sein.

Es ist ferner selbstverständlich, daß schwerkranke Bestrahlungspatienten in einer, dem Röntgenarzt unterstellten klinischen Abteilung Aufnahme finden müssen.

Die Anwendung der Pendelbestrahlung bringt dem Kranken wesentliche Vorteile. Die geringen Allgemeinerscheinungen sparen seine Kräfte und lassen ihn die gegen Ende der Bestrahlung auftretenden reaktiven Erscheinungen am Krankheitsherde leichter überwinden. Die Heilungsvorgänge am Krebs selbst sind häufiger, ergiebiger und führen bei günstigen Erkrankungsformen sogar zur Symptomfreiheit. Wesentliche Besserung am Krankheitsherd ist bei der Pendelbestrahlung regelmäßiger und häufiger zu erzielen. Ich führe dies auf die günstige Form der am Herd wirksamen Strahlenkurve zurück, die sich der des Radiums oder der Kontaktbestrahlung oberflächlicher Geschwülste nähert. Weil das Verfahren von *Chaoul*, tiefgelegene Tumoren vorzuverlagern und von der Schleimhaut aus mit der Nahröhre zu bestrahlen, gute Resultate ergibt, ist entgegen den sonstigen Behauptungen der Beweis erbracht, daß diese Krebse bei direkter Bestrahlung genau so heilbar sind, wie die oberflächlich gelegenen. Ich sehe hierin eine Bestätigung meiner anfangs erwähnten Behauptung, daß der Krebs frontal, d. h. von der Haut oder von der Schleimhaut aus zu behandeln ist. Die Bestrahlung von der Rückseite kann nur solange Besserung bringen, als die Widerstandsfähigkeit des Geschwulstabwehrapparates aufrecht erhalten bleibt.

Mit der Pendelbestrahlung hoffe ich meine Forderung erfüllen zu können. Die beschriebenen Krankheitsfälle erbringen schon jetzt den Beweis, daß ich diesem Ziel näher gekommen bin. Die heutige Anwendungsform ist noch ausbaufähig. Versuche in dieser Richtung sind bereits erfolgreich.